Universidad Nacional Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRAFÍCA, AMBIENTNAL Y ECOTURISMO

FORMALIZACIÓN MINERA EFECTIVA PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN POR EFLUENTES MINEROS, GENERADOS EN UNA PLANTA DE BENEFICIO UBICADA EN LA REGIÓN AREQUIPA

Línea de Investigación: Biodiversidad, ecología y conservación

Informe del Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Julio Cesar Montes Ramos

Asesora:

Roxana Aparicio Ilazaca

(ORCID: 0000-0002-8826-4603

Jurado:

Jose Huiman Sandoval

Angelica Ysabel Miranda Jara

Braulio Armando Valdivia Orihuela

Lima – Perú

2023

Formalización minera efectiva para prevenir la contaminación por efluentes mineros, generados en una planta de beneficio ubicada en la Región Arequipa

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%	9%	6%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Fuente de Internet	2%
2	cepes.org.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.congreso.gob.pe Fuente de Internet	<1%
7	sourceforge.net Fuente de Internet	<1%
8	www.tierramor.org Fuente de Internet	<1%

ÍNDICE

RESUMEN 5
ABSTRACT 6
I. INTRODUCCIÓN 7
1.1. Trayectoria del autor 9
1.2. Descripción de la Empresa-Institución (donde labora o laboró) 12
1.3. Organigrama de la empresa 13
1.4. Áreas y funciones desempañadas 15
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA 18
2.1. Identificación del problema 19
2.2. Descripción de componentes 20
2.3. Implementación de Medidas de Ingeniería 23
2.4. Medidas aplicadas 26
2.5. Componentes del sistema de tratamiento 26
2.6. Proceso de construcción en campo 37
2.7. Evaluación de Resultados 39
III. APORTES MÁS DESTACADOS DE LA EMPRESA/INSTITUCIÓN 40
IV. CONCLUSIONES 41
V. RECOMENDACIONES 42
VI. REFERENCIAS 43
VII. ANEXOS 45

Índice de Tablas

Tabla 1. Información de la Empresas 12

Tabla 2. Áreas y funciones 15

Tabla 3. Población 23

Tabla 4. Caudales 23

Tabla 5. Tiempo de infiltración 24

Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama de la empresa 14

Figura 2. *Diagrama de flujo de planta de beneficio (antes de aplicar el sistema de tratamiento)*..20

Figura 3. *Diagrama de flujo de planta de beneficio.* 22

Figura 4. *Calicata* 25

Figura 5. *Cámara de Rejas – Desarenador – Trampa de grasa* 29

Figura 6. *Filtro Percolador* 34

Figura 7. *Diagrama de flujo de planta de beneficio (despues de aplicar el sistema de tratamiento)* ……36

Figura 8. *Antes de aplicar el sistema de tratamiento* 37

Figura 9. *Después de aplicar el sistema de tratamiento* 37

Figura 10. *Biodigestor y Sistema de filtración* 38

Figura 11. *Canales para cloración* 38

RESUMEN

En el informe se presenta la propuesta e implementación del sistema de tratamiento de efluentes domésticos en una planta de beneficio de minerales; ejecutados a consecuencia de la formalización minera y el Registro Integral de Formalización Minera (REINFO). En primera instancia se identificó la calidad generados por sus procesos productivos (Laboratorio, Servicios higiénicos y área de lavado de equipos de protección personal), de estas se separaron por calidad de aguas, es decir el efluente del laboratorio se dispuso en la relavera y los efluentes domésticos pasaran a la caja de recepción para tratarse posteriormente con el sistema a implementarse. En segunda instancia se calculó los volúmenes y población, para luego pasar a la etapa de evaluación de la zona disponible para establecer la configuración del sistema de tratamiento, tomando en cuenta las normas técnicas de construcción dadas por el Ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento. Por ultimo en base a la información obtenida, se construyó el sistema de tratamiento de aguas domesticas (Sistema de cribas, trampa de grasa, desarenador, poza séptica, poza de filtración y sistema de infiltración) de acuerdo al tipo de efluente vertido. Este sistema permitió resolver la problemática de contaminación, toda vez que el resultado final de tratamiento era óptimo para que pueda ser vertido en el suelo circundante de la planta de beneficio ubicado en la Provincia de Caraveli, Región Arequipa.

Palabras clave: *formalización minera, registro integral de formalización minera (reinfo), tratamiento de agua.*

ABSTRACT

The report presents the proposal and implementation of the domestic effluent treatment system in a mineral benefit plant; executed as a result of mining formalization and the Comprehensive Mining Formalization Registry (REINFO). In the first instance, the quality generated by its production processes (Laboratory, Hygienic Services and personal protective equipment washing area) was identified; these were separated by water quality, that is, the laboratory effluent was disposed of in the tailings pond and the Domestic effluents will go to the reception box to be subsequently treated with the system to be implemented. In the second instance, the volumes and population were calculated, and then moved on to the evaluation stage of the available area to establish the configuration of the treatment system, taking into account the technical construction standards given by the Ministry of Housing, Construction and Sanitation. Finally, based on the information obtained, the domestic water treatment system was built (screen system, grease trap, grit trap, septic tank, filtration tank and infiltration system) according to the type of effluent discharged; This system made it possible to solve the contamination problem, since the final treatment result was optimal so that it could be discharged into the surrounding soil of the processing plant located in the Province of Caravelí, Arequipa Region.

Keywords: *Mining formalization, Integral Registry of Mining Formalization (REINFO), water treatment,*

I. INTRODUCCIÓN

La economía peruana ha estado acompañada por muchos años por actividades ilícitas de las cuales una de ellas se desprende en la minería informal, expandido por todo el territorio peruano, afectando en primera instancia al medio ambiente, toda vez que las operaciones mineras sin un estudio ambiental preventivo genera contaminación por vertimientos de efluentes mineros sin tratamiento a los cuerpos receptores (quebradas, ríos, lagunas), emisión de gases tóxicos a causa de beneficio de minerales, entre otros. Estos actos genero preocupación en el estado peruano e impulso el proceso de formalización minera del cual en primera instancia esta dado para identificar a los mineros informales a nivel nacional, ya sea en el ámbito de explotación minera o beneficio de minerales, de los cuales la identificación se realiza a través del padrón denominado Registro de Formalización Minera (REINFO) para la pequeña minería y minería artesanal, esta inscripción permite la formalización cumpliendo ciertos requisitos:

Proceso de Formalización para la pequeña minería y minería artesanal

1-Incripción en el REINFO; **2**-Presentación de IGAFOM Correctivo y Preventivo; **3**- Declaración Semestral; **4**; Presentación de Expediente Técnico.

Para el presente informe se considerará a una planta de beneficio de oro, ubicado en el Distrito y Provincia de Caraveli, Región Arequipa, del cual es objeto de análisis. Esta planta se acogió al proceso de formalización contando con inscripción REINFO para obtener los beneficios económicos, evitar conflictos sociales e impactos ambientales, por lo cual, para cumplir con la permanencia en la inscripción, presento su Instrumento de Gestión ambiental Correctivo y Preventivo en los cuales se identificó los aspectos ambientales generados por toda su actividad, utilizando herramientas de gestión como monitoreos ambientales, planos geográficos, verificación

en campo entre otros. Así mismo se planteó las medidas de mitigación, considerando estructuras de ingeniería para el tratamiento del aspecto ambiental generado.

1.1. Trayectoria del autor

Bachiller en Ingeniería Ambiental, con más de 7 años de experiencia en el sector minero, asesorando a titulares mineros de la mediana y pequeña minería a nivel nacional.

Para este ítem se describirá los últimos 3 años (2020, 2021 y 2022) de experiencia laboral.

a) Group Ecomining

- Periodo: 8 de enero del 2020 hasta el 31 de diciembre del 2021
- Cargo: Jefe del Área Técnica - Ingeniero Ambiental

<u>Principales Actividades</u>

- **Orientación de carácter técnico para la formalización minera**

Durante el periodo laboral en la presente empresa, se prestó servicios técnicos, conllevando a la coordinación, supervisión, elaboración y ejecución de diferentes estudios ambientales correctivos y preventivos. De esta experiencia como principal logro, nos encargamos con el grupo técnico y legal en formalizar a la Planta de Beneficio de la Empresa CORIRE, el cual hasta el año 2020 se consideraba como una empresa informal sin autorización alguna.

Como primer paso para obtener sus autorizaciones se solicitó inscripción en SUNAT, obteniendo el código de REINFO, para luego continuar con la elaboración de su Instrumento Ambiental Correctivo y Preventivo, aprobado en el año 2021 por el Gobierno Regional de Arequipa, se prosiguió con el proceso de formalización por el cual se presentó su solicitud de inicio de actividades (Concesión de Beneficio) que de igual forma fue aprobado por el

Gobierno Regional de Arequipa en el año 2022. A la fecha el La Planta de Beneficio de la empresa Corire, se encuentra formalizado y cumpliendo todas sus obligaciones ambientales establecidas en su instrumento Ambiental Correctivo.

- **Elaboración de expedientes para autorización de polvorines y explosivos**

Los mineros en proceso de formalización deben de contar con autorizaciones secundarias para poder ejecutar su operación, tal es así que elabore expedientes para solicitar autorización de almacenamiento de explosivos y autorización de adquisición de explosivos de diferentes mineros a nivel nacional, para estas autorizaciones, es necesario visitar las instalaciones para evaluar riesgos, establecer medidas de contingencia, planear su minado durante todo un año, entre otros. En el 90 % de los expedientes presentados a nivel nación a diferentes DREMs, todas fueron aprobados, con excepción de algunos que no cumplían con ejecutar las medidas recomendadas.

- **Elaboración de expedientes técnicos para autorizaciones para Insumos Químicos Fiscalizables**

Entre los diferentes clientes de los cuales contaba la empresa, existían diversas Plantas de beneficio, los cuales necesitaban autorización de Insumos químicos como: Cianuro, Soda Caustica, Oxido de Cal, Mercurio, Metabisulfito entre otros.

Para la presentación de dichos expedientes se necesitaba la elaboración de balances metalúrgicos, balances de consumos anuales, planos de instalaciones acondicionados de acuerdo a la normativa y establecer medidas de contingencia.

- **Proyectos de Inversión (Servidumbre)**

Para la admisibilidad al presentar el expediente técnico (paso final para finalizar el proceso de formalización), las autoridades regionales solicitan requisitos secundarios adicionales, en las cuales una ellas es obtener la autorización del terreno superficial, este proceso considera la elaboración de un expediente de proyecto de inversión en el cual se describía la ingeniería de construcción de los componentes mineros o de beneficio a utilizar, se presenta el balance metalúrgico o el planeamiento de minado según corresponda, así mismo se presenta proyecciones de inversión, planos técnicos de construcción de componentes y de las zonas de influencia ambiental.

- **Supervisión de cumplimientos de Planes de Manejo Ambiental**

Los diferentes clientes de la empresa, contaban con Planes de Manejo Ambiental, de los cuales se supervisaba su cumplimiento:

- ✓ Monitoreos Ambientales
- ✓ Elaboración y presentación de documentos de residuos sólidos al Ministerio del Ambiente a través del SIGERSOL.
- ✓ Capacitaciones relacionado al cuidado del medio ambiente y medidas de seguridad.
- ✓ Entre otros.

b) Evaluadores Ambientales Mineros (EVAMIN)

- Periodo: 01 de enero del 2022 hasta el 31 de diciembre del 2022
- Cargo: Jefe del Área Técnica - Ingeniero Ambiental

Las actividades fueron similares a lo descrito líneas arriba.

c) **Group Ecomining**

- Periodo: 1 de enero del 2023 hasta la fecha
- Cargo: Jefe del Área Técnica - Ingeniero Ambiental
- Las actividades fueron similares a lo descrito líneas arriba.

1.2. Descripción de la Empresa-Institución (donde labora o laboró)

Las empresas consultoras (Group Ecomining y EVAMIN), son parte del grupo empresarial de Estudio Jurídico Oropeza, estudio de abogados con 12 años de experiencia en asesoramiento de mineros formales e informales a nivel nacional.

Group Ecomining y EVAMIN, se dedican a elaborar instrumentos ambientales correctivos y preventivos a nivel de pequeño productor minero y mediana minería; aplica medidas ambientales de ingeniería para mitigar y prevenir impactos ambientales en las zonas de operación de los distintos titulares mineros.

Tabla 1.

Información de la Empresas

Group Ecomining	**EVAMIN**
Dirección: Las codornices 285 Surquillo	**Dirección:** Las codornices 285 Surquillo
Consultora Ambiental inscrito en SENACE	Consultora Ambiental inscrito en SENACE
Código de Registro: 469-2019-MIN	Código de Registro: 597-2021-MIN
Principal Actividad: Elaborar Instrumentos de Gestión Ambiental:	**Principal Actividad:** Elaborar Instrumentos de Gestión Ambiental:

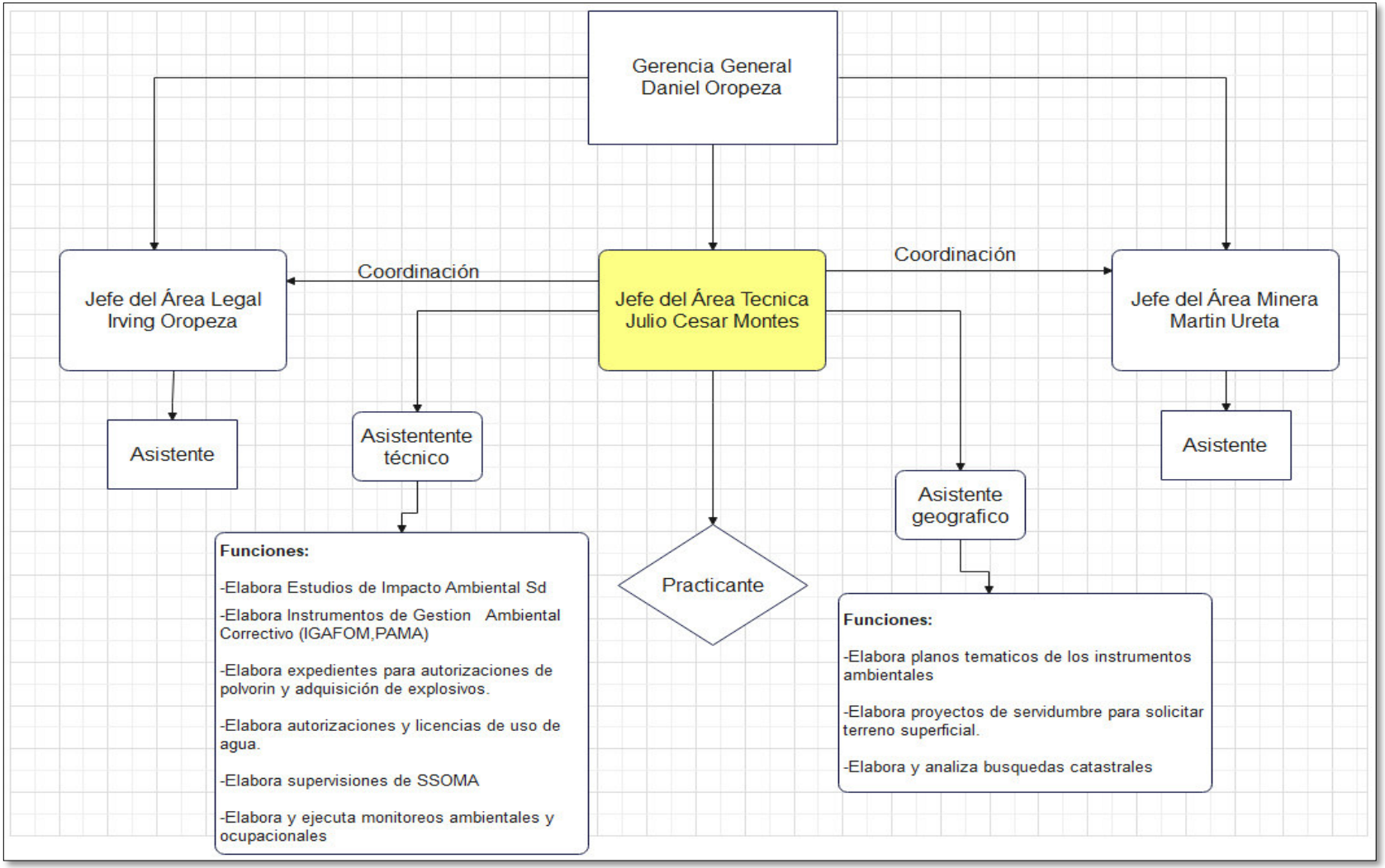
❖ IGAFOM Correctivo y Preventivo ❖ Declaración de Impacto Ambiental} ❖ Estudio de Impacto Sd ❖ Informes Técnicos Sustentatorios (ITS) ❖ Programa de Adecuación de Manejo Ambiental (PAMA). ❖ Expedientes de Inicio de Actividades, polvorín, adquisición de explosivos, servidumbre, entre otros. ❖ Asesorías de Gestión Ambiental y Minera.	❖ IGAFOM Correctivo y Preventivo ❖ Declaración de Impacto Ambiental} ❖ Estudio de Impacto Sd ❖ Informes Técnicos Sustentatorios (ITS) ❖ Programa de Adecuación de Manejo Ambiental (PAMA). ❖ Expedientes de Inicio de Actividades, polvorín, adquisición de explosivos, servidumbre, entre otros. ❖ Asesorías de Gestión Ambiental y Minera.

1.3. Organigrama de la empresa

Group Ecomining y Evaluadores Ambientales Mineros (EVAMIN) son consultoras ubicadas en la sede del Estudio Jurídico Oropeza (Calle las codornices 285 – Surquillo), los cuales cumplen su rol de apoyo técnico al área legal para que conjuntamente resuelvan problemas de los mineros en proceso de formalización. Las diferentes áreas se dividen de acuerdo a lo mostrado en la Figura 1.

Figura 1.

Organigrama de la empresa



1.4. Áreas y funciones desempañadas

En la tabla 2 describo el área y funciones desempeñadas

Tabla 2.

Áreas y funciones

GROUP ECOMINING: JEFE DEL ÁREA TENICA	**EVAMIN: JEFE DEL ÁREA TENICA**
✓ Coordinación con las gerencias de los titulares mineros y supervisión para la elaboración de instrumentos de Gestión Ambiental (PAMA, DIA, EIA, PCM, ITS) para el sector Minero y PRODUCE. ✓ Asesoramiento a empresas para la ejecución de proyectos de Plantas de Beneficio y explotación minera. ✓ Asesoramiento para formalizar pequeños productores mineros (REINFO). ✓ Asesoramiento sobre tramites de concesiones mineras. ✓ Planeamiento y elaboración de informes de monitoreos ambientales de	✓ Coordinación con las gerencias de los titulares mineros y supervisión para la elaboración de instrumentos de Gestión Ambiental (PAMA, DIA, EIA, PCM, ITS) para el sector Minero y PRODUCE. ✓ Asesoramiento a empresas para la ejecución de proyectos de Plantas de Beneficio y explotación minera. ✓ Asesoramiento para formalizar pequeños productores mineros (REINFO). ✓ Asesoramiento sobre tramites de concesiones mineras. ✓ Planeamiento y elaboración de informes de monitoreos ambientales de

diferentes clientes Mineros a nivel nacional. ✓ Elaboración de IGAFOM Correctivo y Preventivo (Planta de beneficio y explotación minera). ✓ Elaboración de expediente para solicitar almacenamiento, adquisición y manipulación de explosivos. ✓ Elaboración de expediente para solicitar Insumos químicos fiscalizables. ✓ Elaborar expedientes para responder los Procedimientos Administrativos Sancionador de diferentes mineros PPM y mediano productor minero. ✓ Elaboración de proyectos de inversión para solicitar servidumbre. Elaboración de expedientes para solicitar material de acarreo. ✓ Supervisión Ambiental de los diferentes clientes mineros a nivel	diferentes clientes Mineros a nivel nacional. ✓ Elaboración de IGAFOM Correctivo y Preventivo (Planta de beneficio y explotación minera). ✓ Elaboración de expediente para solicitar almacenamiento, adquisición y manipulación de explosivos. ✓ Elaboración de expediente para solicitar Insumos químicos fiscalizables. ✓ Elaborar expedientes para responder los Procedimientos Administrativos Sancionador de diferentes mineros PPM y mediano productor minero. ✓ Elaboración de proyectos de inversión para solicitar servidumbre. Elaboración de expedientes para solicitar material de acarreo. ✓ Supervisión Ambiental de los diferentes clientes mineros a nivel

nacional para el cumplimiento de su Plan de Manejo Ambiental. ✓ Asesoramiento para responder los procesos de fiscalización ambiental y de seguridad. ✓ Coordinación para ejecutar Planes de monitoreos Arqueológicos. ✓ Elaboración de planes de trabajo mensual.	nacional para el cumplimiento de su Plan de Manejo Ambiental. ✓ Asesoramiento para responder los procesos de fiscalización ambiental y de seguridad. ✓ Coordinación para ejecutar Planes de monitoreos Arqueológicos. ✓ Elaboración de planes de trabajo mensual.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

La actividad principal del cual se basa la experiencia para elaborar el presente informe, es el proceso de formalización minera y aplicación de medidas ambientales que conllevo a que el titular minero genere una obligación ambiental para mitigar impactos en su área de actividad.

El titular minero de la Planta de Beneficio se ubica en el Distrito de Caraveli, Provincia de Caraveli y Región Arequipa, el cual solicito los servicios de Group Ecomining para formalizar su actividad de beneficio.

En el artículo 6 (D. L. N° 1336, 2017), establece el Instrumento de Gestión Ambiental para la Formalización de Actividades de Pequeña Minería y Minería Artesanal, **denominado IGAFOM**, caracterizado por ser un instrumento ambiental de acción inmediato. Dicho instrumento se encuentra estructurado a nivel de formatos, a través del cual el minero informal desarrolla la información ambiental relacionada con su actividad minera y adopta las medidas ambientales para identificar, prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales negativos, así como para establecer las medidas de cierre, según corresponda (R.M 473-2017-MEM/DM, 2017).

En el proceso para la formalización de la Planta de Beneficio, solo se describirá la elaboración del Instrumento de Gestión Ambiental (IGAFOM) Correctivo y Preventivo, en vista que la aplicación de Ingeniería se ejecutó en dicho instrumento ambiental.

La elaboración del IGAFOM, conlleva a desarrollar el análisis global de las actividades del proceso de beneficio de minerales auríferos, de estas actividades se identificaron la generación de aspectos ambientales, los impactos y las posibles medidas de prevención que se ejecutaran en campo.

Del análisis global del minero en proceso de formalización, se identificó lo siguiente:

a) Inadecuado manejo y disposición de Residuos Sólidos.
b) Contaminación de suelo por aceites usados.
c) **Contaminación de suelo por vertimientos de efluentes mineros (efluente doméstico, efluente de laboratorio, efluente de limpieza de EPPs).**
d) Polución por movimiento de suelo.
e) Otros, respecto a reportes ambientales a las autoridades fiscalizadoras.

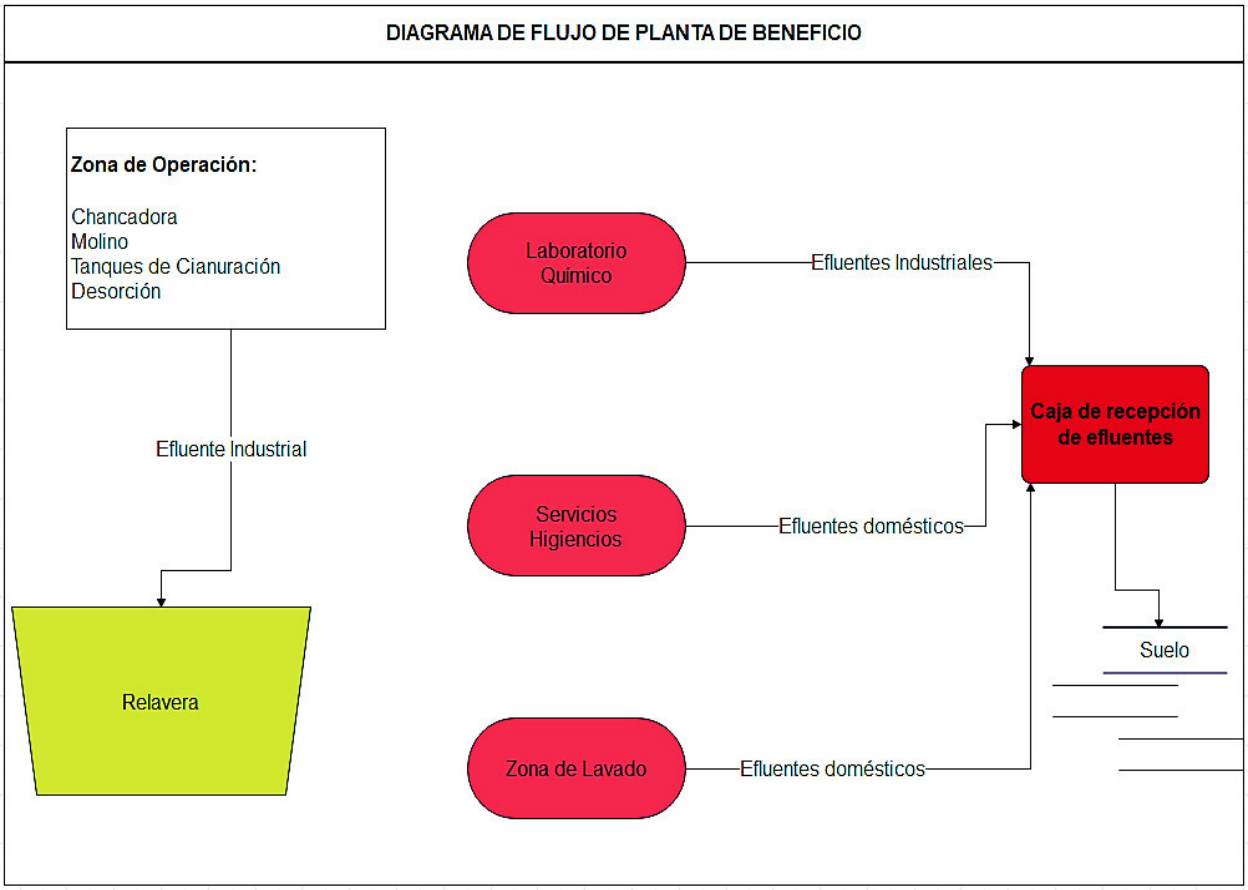
- De todos los aspectos e impactos identificados, se describirá al **item c,** en vista que se aplicó medidas de ingeniería.
- Respecto al resto de ítems (a,b,d), se consideró medidas proyectadas y recomendaciones, los cuales no se mencionará en el presente informe.

2.1. Identificación del problema

La planta de beneficio cuenta con componentes principales y auxiliares que generan aspectos ambientales de acuerdo a su tipo de operación; estos componentes en primera instancia generan efluentes, identificados de la siguiente manera de acuerdo a la figura 2.

Figura 2.

Diagrama de flujo de planta de beneficio (antes de aplicar el sistema de tratamiento)



2.2. Descripción de componentes

Laboratorio Químico: Efluentes provenientes de los ensayos químicos que se realizan a los minerales que ingresan al proceso de beneficio.

- ✓ **Aspecto ambiental:** Efluentes que contienen metales pesados (Plomo, Zinc, Arsénico entre otros) y ácidos.

- ✓ **Recomendación y ejecución:** Los efluentes pasaron a verterse a la relavera por el cual se restructuro el sistema de alcantarillado, por lo tanto, el efluente cargado de metales y ácidos dejaron de disponerse en la caja de recepción de efluentes y en consecuencia al suelo.

Servicios Higiénicos: Efluentes domésticos provenientes de una población de 48 trabajadores que ocupan cargos diurnos y nocturnos.

- ✓ **Aspecto ambiental:** Efluentes domésticos cargados de materia orgánica.
- ✓ **Recomendación y ejecución:** Aplicar medidas de ingeniería para el tratamiento.

Zona de lavado: En este componente los trabajadores limpian sus Equipos de protección personal, cargados de polvo, los cuales se impregna en sus botas, mamelucos entre otros.

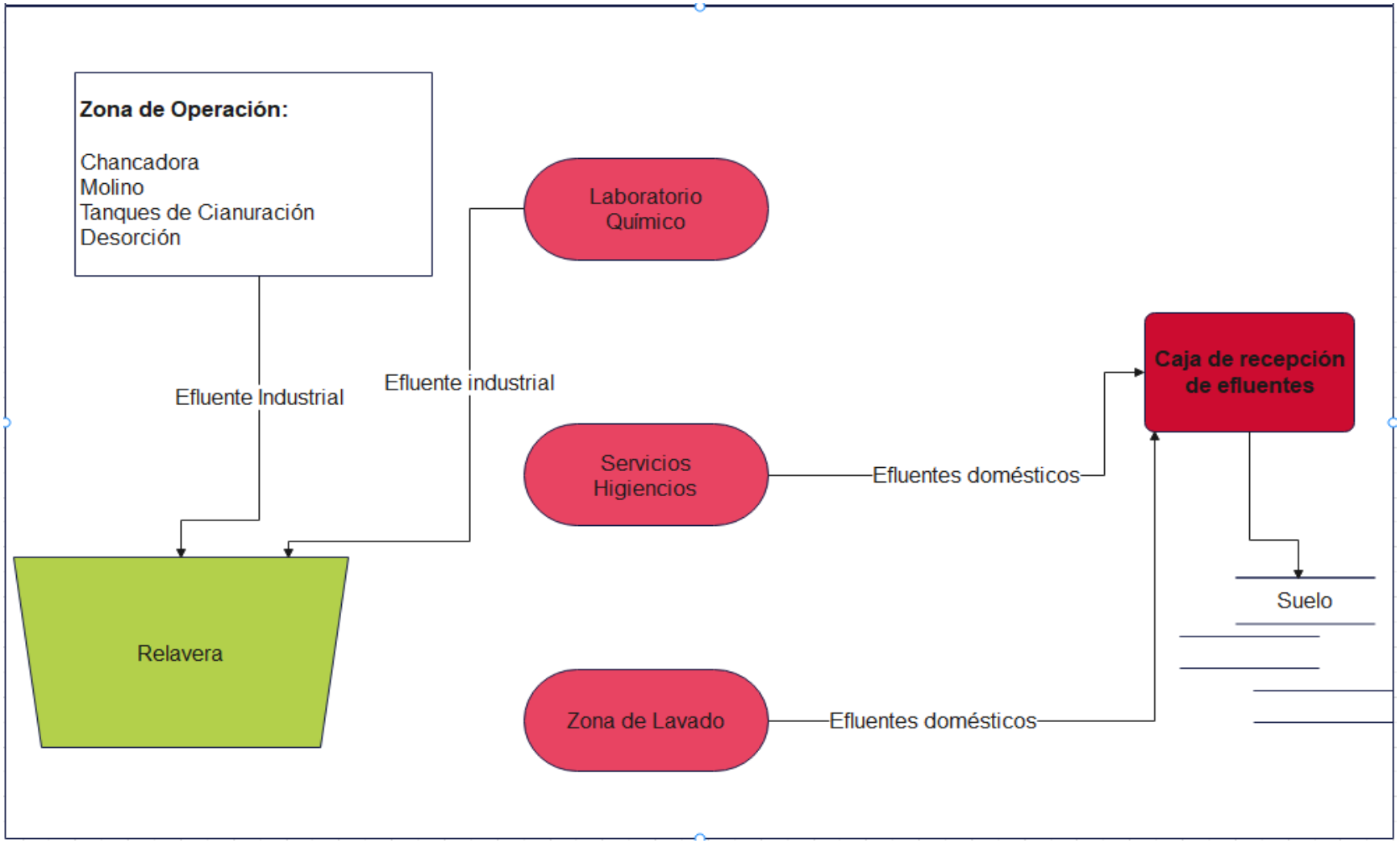
- ✓ **Aspecto ambiental:** Efluente con material particulado y otros residuos generales (plástico, trazas de aceite etc).

  Recomendación y ejecución: Aplicar medidas de ingeniería para el tratamiento.

De los componentes identificados se trabajó con los efluentes generados en los servicios higiénicos y zona de lavado (***ver figura 3***), toda vez que el efluente del laboratorio pasó a ser vertido en la relavera, el cual cumple la función de sedimentador y recirculación de agua para su uso en el proceso.

Figura 3.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PLANTA DE BENEFICIO



2.3. Implementación de Medidas de Ingeniería

Para establecer las medidas correctivas y proponer el sistema de tratamiento, se recopilo la siguiente información:

a. Población laboral y Caudal

Tabla 3.

Población

Item	Guardia 1	Guardia 2	Guardia 3	Total
	Día	Noche	Libres	
Número de colaboradores	**32**	**16**	**10**	**58**

Tabla 4.

Caudales

Cálculo de Caudales	
Población	48 de trabajadores (se descarta 10 trabajadores, debido a que 10 personas se encuentran de días libres.
Dotación	150 lppd (Según el relamento diseño de edificaciones. Norma OS-100 e I.S. 010 Instalaciones sanitarias para edificaciones)
Qprom	0.08 l/s (este dato resulta de la multiplicación de la población por la dotación entre 86400 segundos el cual hace referencia a los segundos en día). Con el caudal promedio (Qprom) se haya un caudal acumulado en 24 horas del cual el resultado es que se generaran **7.20 m3 día.**

b. Condiciones del terreno (infiltración)

De acuerdo a la norma I.S. 020 (tanques sépticos) del Reglamento Nacional de Edificaciones, la clase de terreno según resultados de pruebas de percolación, se clasifican en término medio de acuerdo a los cálculos de la tabla 5, 6 y 7.

Tabla 5.

Tiempo de infiltración, cuando los tiempos soy mayores a 12 minutos, no se consideran aptos.

Clase de Terreno	Tiempo de Infiltración para el descenso de 1 cm
Rapidos	de 0 a 4 minutos
Medios	de 4 a 8 minutos
Lentos	de 8 a 12 minutos

Nota: Norma Técnica I.S. 020-Reglamento Nacional de Edificaciones – Ministerio de Vivienda

- Aplicación de metodología test de percolación (Calicata) para verifica los niveles de infiltración.

Tabla 6.

Test de infiltración en suelo de la zona aledaña de planta de beneficio, usando el método de calicata y control de tiempo.

Item	Tiempo	Nivel de agua	Descenso	V infil
1	*0 min*	*13.00 cm*	*0.00 cm*	*0.00 cm/min*
2	*5 min*	*11.00 cm*	*2.00 cm*	*0.40 cm/min*
3	*10 min*	*9.00 cm*	*2.00 cm*	*0.40 cm/min*
4	*15 min*	*7.00 cm*	*2.00 cm*	*0.40 cm/min*
5	*20 min*	*6.00 cm*	*1.00 cm*	*0.20 cm/min*
6	*25min*	*5.00 cm*	*1.00 cm*	*0.20 cm/min*

Figura 4.

Calicata

- Resultados del análisis del proceso de infiltración en el suelo

Los resultados del test de infiltración en terreno, demuestran que el terreno es favorable los primeros 5 minutos.

Tabla 7.

Clase de terreno de acuerdo al análisis de infiltración

Rápido		**Lentos**	
Más	0.25 cm/min	0.13 cm/min	0.08 cm/min
	Medios		

2.4. Medidas aplicadas

De acuerdo a los datos obtenidos en campo se estableció el tratamiento por un pretratamiento (criba, trampa de grasa y desarenado), poza séptica, sistema de filtración y sistema de infiltración, considerando ciertos criterios de la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006) y de experiencia propia del autor.

2.5. Componentes del sistema de tratamiento

2.5.1 *Caja de Llegada-Recepción*

Caja de paso de recepción de efluentes domésticos, provenientes de la planta de beneficio.

- Operación y mantenimiento

  Limpieza general en el caso exista obstrucción.

- Diseño: Este componente se encontraba construido por lo que solo se ejecutó mantenimiento.

2.5.2 Sistema de Cribas (rejas)

Elemento de retención de sólidos grandes y de materiales flotantes. La atención (limpieza) debe ser de manera diaria con el propósito de evitar que estos materiales se acumulen y obstruyan el flujo del agua y por consiguiente rebalse hacia la parte externa.

- Operación y Mantenimiento

  Con ayuda del rastrillo jardinero debe de retirarse y disponer sobre la bolsa de malla o canastilla, dejándola sobre una parrilla metálica o plástica, hasta que se deshidrate o seque; disponerla dentro la bolsa roja, rociar una capa de cal y finalmente disponer dentro de un

contenedor o cilindro y tapar. Y programar su disposición final hacia un relleno sanitario cuando se haya alcanzado un peso y volumen ergonómicamente.

- Diseño

El sistema de cribas está adaptado al desarenador por lo cual el diseño se explicará en dicho componente y figura 5

2.5.3 Desarenador

Componentes donde se retiene todos los sólidos sedimentables: arena, arenillas y otros que por gravedad descienden rápidamente en el agua residual doméstica.

- Operación y Mantenimiento

La operación en este componente es básicamente retirar todo el volumen de material sedimentado, a través del uso del azadón, y la frecuencia de esta actividad es mensual y debe de realizarse una vez retirada las natas de aceites y grasas y de todos los materiales flotantes.

Estos materiales retirados del fondo del desarenador deben disponerse en un recipiente metálico o bandeja y expuestos a los rayos solares hasta lograr la deshidratación natural y disponerlo dentro de la bolsa roja.

- Diseño

Para el diseño del desarenador se utilizó criterios, formulas dadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006), algunas referencias dadas por el Ingeniero Jorge Luis Guibo Miyahira, experiencias propias del bachiller y apoyo de ingeniero civil el cual es parte del área técnica.

Ecuación 1: Hallar volumen para el diseño de desarenador

Q = 0.08lps (48 x 150 lpps, dividido entre 8640 s)

Qmh = 0.08 lpps x 1.5 (constante para picos de consumos altos) = 0.12 lpps = 0.00012 m3/s

Tr = 28 min = 1680 seg (tiempo estándar para evitar que se generen lodos)

$$V = Qd \times Tr$$

$$V = 0.00012 \frac{m3}{s} \times 1680s$$

$$V = 0.202\, m3$$

Q: Caudal promedio; **Qmh:** Caudal máximo horario; **Tr:** Tiempo de retención; **V:** Volumen

Ecuación 2: Calculo de dimensiones (altura, ancho, profundidad) para el diseño del desarenador

A = 0.50 mts. (de acuerdo al espacio que se verifique en campo)

L = 1.20 mts. (es la relación del ancho multiplicado por un largo de 2 mts a 5 mts)

V = 0.202 m3

Bl = 0.1 mts

Hl = 0.1 mts

$$H = \frac{V}{A \times L}$$ H = 0.34 mts.

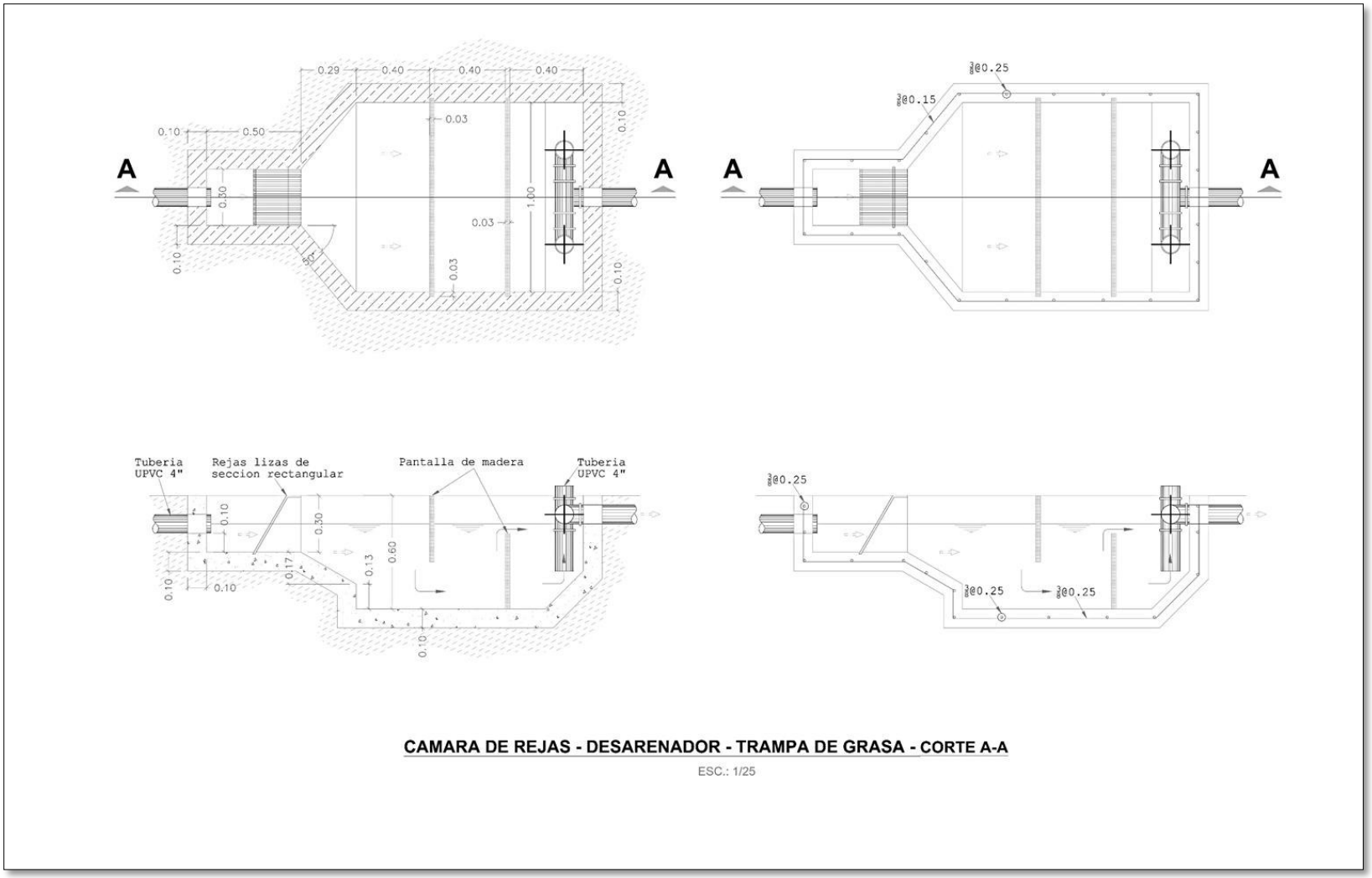
$$Ht = H + BL + HL$$

Ht = 0.54 (0.6 mts. para efecto de construcción)

A: Ancho; **L:** Largo; **V:** Volumen; **V:** Volumen; **Bl:** Borde Libre; **H**l: altura lodos; H: profundidad parcial; **Ht:** Profundidad total

Figura 5.

Cámara de Rejas – Desarenador – Trampa de grasa



2.5.4 Sistema de retención de aceites y grasas – trampa de aceites y grasas

Componente encargada de retener las trazas de aceites y grasas presentes en el volumen de aguas residuales domésticas. Este sistema comprende de 2 pantallas que permiten retener los aceites y grasas por su condición de baja densidad y almacenarlas en formas de costras o natas en la superficie; estas pantallas generan un flujo sinusoidal (ascendencia y descendencia), por lo que en ella se aprovecha esta separación.

- Operación y Mantenimiento

  Estas natas deben de retirarse semanalmente con la ayuda de la malla mosquitera o colador, disponerlos dentro de la bolsa roja, rociar una mínima capa de cal y finalmente dentro del contenedor metálico o cilindro rojo.

- Diseño

  El Sistema de retención de aceitas y grasas está adaptado al desarenador por lo cual el diseño se explicará en la figura N 5.

2.5.5 Caja de recepción de efluentes o poza séptica

Sistema principal de tratamiento de aguas residuales, encargada de realizar la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas, alberga en su interior colonias de microorganismo responsables del tratamiento. Sus condiciones herméticas o cerradas de concreto armado, permite que dichos microorganismos se desarrollen y traten las aguas residuales domésticas con mucha facilidad.

Así mismo dentro de su estructura, cumple la función de separación de sólidos que acondiciona las aguas residuales para su buena infiltración (IS 020, 2016)(D.S N° 011-2006-Vivienda, 2006).

- Operación y Mantenimiento

En todo este proceso de descomposición de la materia orgánica, se genera lodos que quedan retenidas en su interior, por lo que este debe ser evacuada periódicamente para albergar más lodos producto de la actividad microbiana. La evacuación de estos lodos debe de realizarse anualmente, y solamente los 2/3 de altura de nivel de lodo. El manejo de estos lodos debe de realizarse a través de una EORS calificada y certificada: succión, transporte y disposición final.

- Diseño

Esta infraestructura se encontraba construido con unas dimensiones de 5mts de largo, 2mts de ancho, altura 1.7mts el cual resulta un volumen de 17 m3.

2.5.6 Biodigestor

Sistema principal de pulimento de tratamiento de aguas residuales de menor capacidad que el pozo séptico, es la encargada de realizar la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas, alberga en su interior colonias de microorganismo responsables del tratamiento. Sus condiciones herméticas o cerradas de polipropileno de alta densidad y portátil, permite que dichos microorganismos se desarrollen y traten las aguas residuales domésticas con mucha facilidad.

- Operación y Mantenimiento

En todo este proceso de descomposición de la materia orgánica, se genera lodos que quedan retenidas en su interior, por lo que este debe ser evacuada periódicamente para albergar más lodos producto de la actividad microbiana. La evacuación de estos lodos debe de realizarse aperturando solo el 50% de la válvula de control ubicada en el extremo del

biodigestor y por un periodo máximo de 1 minutos o hasta alcanzar la mitad del cilindro rojo, luego proteger con una malla mosquitera y dejarla que se deshidrate o evapore, logrado esto, disponer en la bolsa roja y finalmente programar su disposición final. Esta tarea debe ejecutarse de manera semestral.

- Diseño

Se compro un Rotoplas de 3000 L, suficiente para cumplir un segundo sistema de sedimentación de lodos.

2.5.7 Sistema de filtración aerobio - Filtro Percolador

Este componente, es la encargada de retener todos los sólidos coloidales y microrganismos anaeróbicos provenientes de los anteriores procesos. Este sistema cuenta con dos baterías, y se debe fundamentalmente por su mecanismo de operación. Una de las baterías debe trabajar de manera continua, hasta que la tasa de filtración disminuya, esto de identifica cuando el agua se va llenando poco a poco hasta cubrir la tubería, momento en el que se debe aperturar la segunda batería y cerrar el flujo a la primera batería, y dejarla esta deshidratarse por completo, seguidamente aplicar chorros de cloro diluido (2 pastillas en 20 litros de agua) y repetir este proceso al mes de haber aplicado la primera y dejar habilitado para cuando la segunda batería muestre la misma situación de reducción de tasa de filtración.

- Operación y Mantenimiento

Respecto al mantenimiento del sistema de filtración, el operador deberá verificar si se genera agua negra en la salida de la batería en funcionamiento; si se verifica una coloración negra, deberá cerrar la batería en operación para que ingrese el efluente en la segunda batería y proceder con el mantenimiento de la batería que dejo de funcionar.

Para el mantenimiento, de debe mantener un par de meses con el sol para que se seque la parte viscosa, luego que pase este tiempo, se adicionara agua con cloro a 1/3 de capacidad del sistema de filtración para finalmente succionarlo por tuberías en lateral que se ubican en los laterales de la infraestructura.

- Diseño

A = 1 mts.

L = 3 mts. (La recomendación de la longitud se da en una relación de 2 a 5 respecto al ancho)

H = 0.8 mts. (Profundidad referencial de acuerdo a la altura del biodigestor);

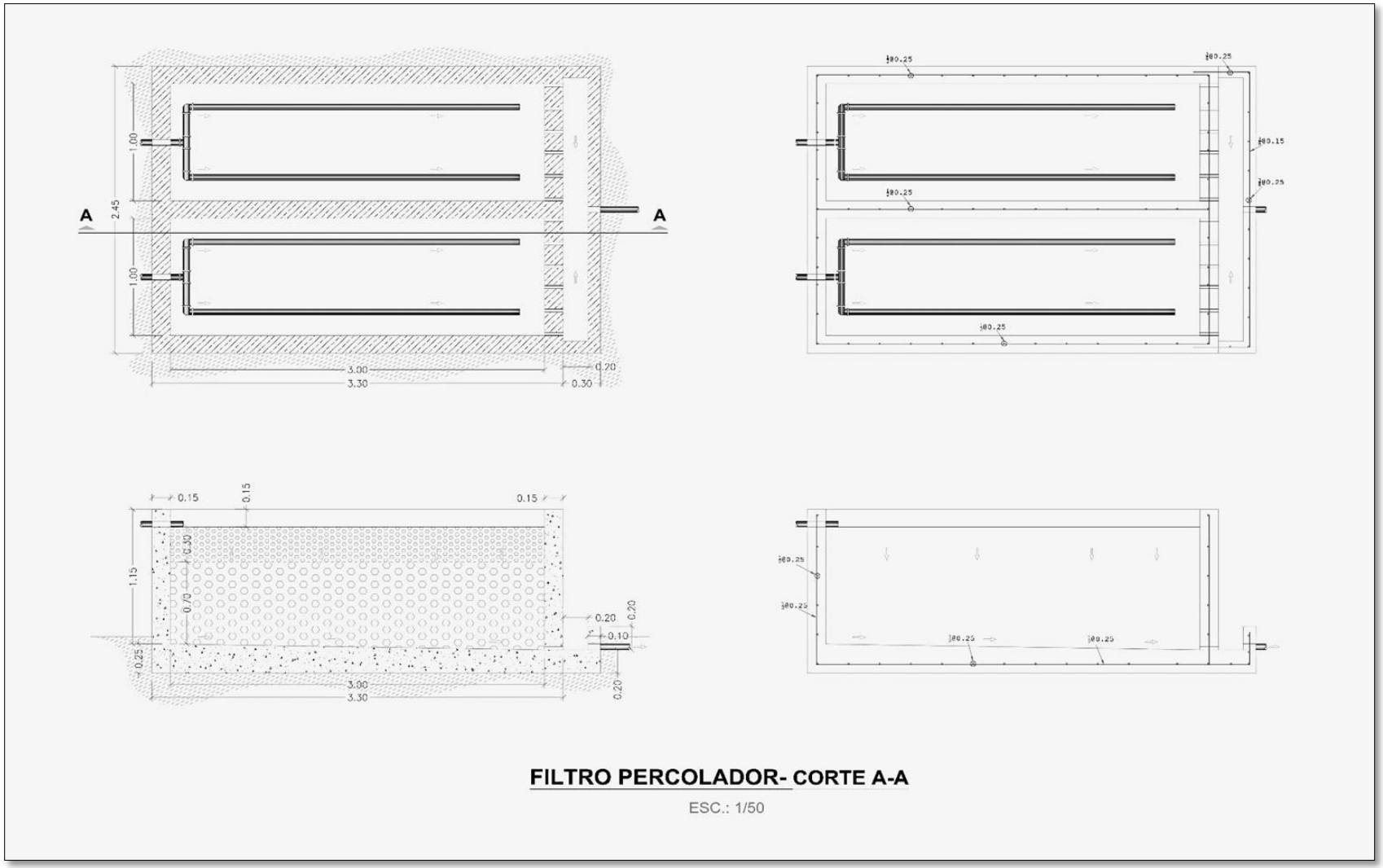
Qmh = 10.368 m3/d

$$Tf = \frac{Qmh}{L \times A}$$ Tf = 3.456 m3/m2día

Q: Caudal promedio; **Qmh:** Caudal máximo horario; **Tf:** Tasa de filtración; **A:** Ancho; **L:** Largo

Figura 6.

Filtro Percolador



2.5.8 Sistema de infiltración – Subdrenajes

Sistema de subdrenajes que permite la distribución equitativa del agua tratada hacia el terreno con el propósito que estas se infiltren uniformemente al subsuelo, este sistema tiene 4 tuberías de 2 pulgadas y 4 metros de largo.

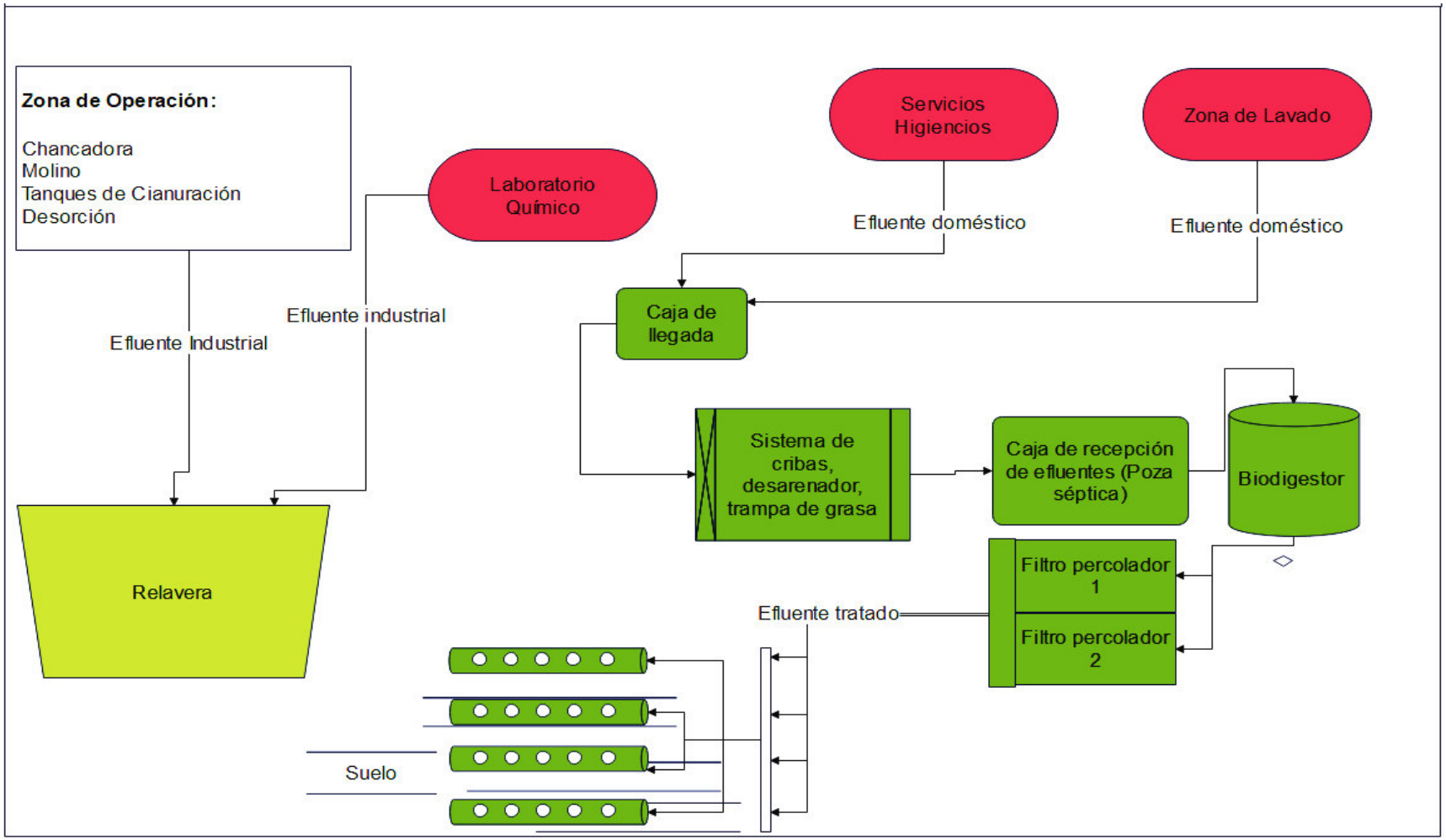
- Operación y mantenimiento

Para asegurar que no exista ningún tipo de obstáculo durante la operación, es necesario la colocación de una pastilla de hipoclorito de calcio a la salida del filtro percolador, con ello se garantiza la desinfección y por consiguiente la inexistencia de microrganismos en los subdrenajes.

La colocación de estas pastillas deberá de realizarse todas vez que estas se encuentren en un 95% de desgaste.

Figura 7.

Diagrama de flujo de planta de beneficio (después de aplicar el sistema de tratamiento)



2.6. Proceso de construcción en campo

Figura 8.

Antes de aplicar el sistema de tratamiento

Figura 9.

Después de aplicar el sistema de tratamiento

Figura 10.

Biodigestor y Sistema de filtración

Figura 11.

Canales para cloración

2.7. Evaluación de Resultados

De la aplicación del sistema de tratamiento, el cual se consideró la construcción de un sistema de pretratamiento, una poza séptica, poza de filtración y sistema de infiltración, se obtuvo un resultado favorable, toda vez que la calidad resultante del proceso se consideraba óptimo para el vertimiento en el suelo a través de los sistemas de infiltración. (ver resultados en el anexo 1).

Si bien es cierto el proceso de formalización se generó con fines de identificar a los mineros informales a nivel nacional, esta normativa ayudo a prevenir la contaminación que generaba la planta de beneficio, toda vez que, si no existiera la norma, no se hubiera identificado la ubicación del minero informal y lo que genera como aspectos ambientales.

III. APORTES MÁS DESTACADOS DE LA EMPRESA/INSTITUCIÓN

Lo más destacado como aporte de la empresa es la orientación a los mineros en proceso de formalización en vista que el Ministerio de Energía y Minas y Direcciones Regionales, no cumplen con sus objetivos, debido a que existen las normas para poder formalizar a mineros informales, pero no existe el medio, capacitación u orientación para que puedan optar por finalizar su proceso, estadísticamente desde que se generó las normativas del proceso de formalización, solo el 20% de inscritos pudo finalizar su proceso hasta obtener su inicio de actividades y convertirse en mineros formales.

En consecuencia, como empresa tenemos la misión de hacer que los mineros puedan formalizarse en cumplimiento a las normativas vigentes y aportando indirectamente la prevención de contaminación ambiental en las zonas de extracción minera, ya que el minero al formalizarse genera una obligación de medidas que mitigan y previenen impactos que puede generar su actividad.

IV. CONCLUSIONES

El proceso de formalización minera es una buena medida para evitar indirectamente los impactos ambientales en la flora y fauna del medio ambiente, toda vez que, gracias a dichas normativas de formalización, se identifica cuáles son los impactos provenientes de la minería informal.

Del presente informe se desprende los buenos resultados dados por la formalización minera, en vista que titular minero, el cual fue de análisis, pudo prevenir sus impactos a través de la implementación del sistema de tratamiento de efluentes domésticos, conllevando a cumplir los Límites Máximos Permisibles en el vertimiento por infiltración de sus efluentes domésticos tratados. Esta buena práctica fue fundamental para que el titular minero pueda finalizar su proceso de formalización minera en la Región Arequipa, en vista que la implementación de esta medida de tratamiento, fue establecido en su instrumento ambiental aprobado, del cual genera obligaciones ambientales de estricto cumplimiento hasta finalizar la vida útil del proyecto minero.

V. RECOMENDACIONES

- Fortalecer el proceso de formalización minera.
- Establecer mejores técnicas de ingeniería para aplicar a las zonas de actividades de los mineros informales.
- Mejorar los canales de comunicación para las capacitaciones de los mineros informales.
- Apoyo económico para aplicar medidas mitigación a aquellos mineros que afecten a los cuerpos hídricos.
- Las autoridades que obtengan cargos relacionados a la minería informal, deberán conocer la realidad de los mineros informales.
- Las normativas deberán establecerse de acuerdo a la ubicación y tipo de operación del minero informal.
- Las entidades que autorizan los permisos secundarios de la actividad minera, deberán agilizar los proceso en conjunto con el Ministerio de Energía y Minas y Gobierno Regional.

VI. REFERENCIAS

D. L. N° 1336. Decreto Legislativo que establece disposiciones para el Proceso de Formalización Minera Integral (2017). https://www.minem.gob.pe/_legislacionM.php?idSector=20&idLegislacion=11157

D.S N° 011-2006-Vivienda. Aprueban Reglamento Nacional de Edificaciones (2006). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.riadis.org/wp-content/uploads/2020/10/Decreto-Supremo-011.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma Técnica I.S. 020 - Tanque sépticos (2006). https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619717-is-020-tanques-septicos

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. OS. 020. Plantas de Tratamiento de Agua Para Consumo de Agua (2006). https://www.gob.pe/institucion/munisantamariadelmar/informes-publicaciones/2619683-os-020-plantas-de-tratamiento-de-agua-potable-ds-n-024-2009

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. OS-100. Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria (2006). https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.100.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. I.S. 010. Instalaciones Sanitarias Para Edificaciones (2006). https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/IS.010.pdf

R.M 473-2017-MEM/DM. Aprueban Formatos con el contenido detallado del Aspecto Correctivo y Preventivo del IGAFOM, y el Catálogo de Medidas Ambientales (2017). https://www.minem.gob.pe/_legislacionM.php?idSector=20&idLegislacion=12100.

VII. ANEXOS

Anexo A: Acta de recepción de obra

Anexo B: Concesión de Beneficio

Anexo A

ACTA DE RECEPCIÓN FINAL DE OBRA

1. Datos Técnicos:

Nombre de la obra : Construcción de sistema de tratamiento de efluentes.

Ubicación : Caraveli – Caraveli – Arequipa

Componentes de Obra :

a) Cámara de rejas
b) Desarenador
c) Trampas de aceites y grasas
d) Pozo séptico
e) Biodigestor
f) Filtro Percolador
g) Drenaje de Infiltración

Modalidad : Administración directa

Plazo de ejecución : 2 meses

Encargado de obra : Edgard Cruces Ramírez

Supervisor de obra : Wiliam Santillan Cervantes

Propietario de la obra : Compañía Minera Corire S.A.C

RUC: 20551670105

Fecha inicio plazo de obra :01 de diciembre del 2021

Fecha termino plazo de obra :24 de enero 2022

2. Texto u Objeto del Acta:

Verificación y validación de los trabajos ejecutados de los componentes de obra para la recepción de la obra denominada "Sistema de tratamiento de efluentes de la Planta de Beneficio Ishihuinca", ubicado en el distrito y provincia de Caraveli y departamento de Arequipa.

3. Construcción In-Situ:

El comité de recepción de obra, conformado por el representante de la supervisión, el encargado de obra y la propietaria, realizaron un recorrido de toda la Obra, con la finalidad de verificar y validar la correcta culminación de los Trabajos de Componentes de Obra de acuerdo a los estándares de calidad de los procesos constructivos empleados, constatándose in-situ la correcta ejecución, conforme a las especificaciones técnicas del Expediente Técnico.

4. **Fecha de Conformidad de Recepción de Obra:**

24 de enero 2022

5. **Conclusiones y Resolución**

La obra se ha ejecutado de acuerdo a los planos presentados por el Ing Sanitario, por lo que el Comité de Recepción en uso de sus atribuciones da por "Recepcionada la Obra"; salvo vicios ocultos que se evidencien con posterioridad a la Conformidad de esta recepción y que el encargado de obra en coordinación con la propietaria de Obra, a su costo, tendrá que subsanar como parte de la Garantía de Responsabilidad de la Obra a sola solicitud de la Propietaria en un plazo de 15 días hábiles.

El plazo de vigencia de la garantía de responsabilidad de obra será de 90 días calendario a partir de la fecha de conformidad de recepción o por los dispuesto en el artículo 1782, 1783 y 1784 del código civil.

6. **Integrantes del Comité de Recepción**

Enterados los participantes, del Contenido de la Presente Acta, la Suscriben en señal de conformidad.

Por la dirección de obra:

.....

Edgar Gilberto Cruces Ramírez
(Encargado de Obra)

Por la supervisión:

.....

Ing. Wiliam Santillan
(Supervisor de Obra)

Por la propietaria:

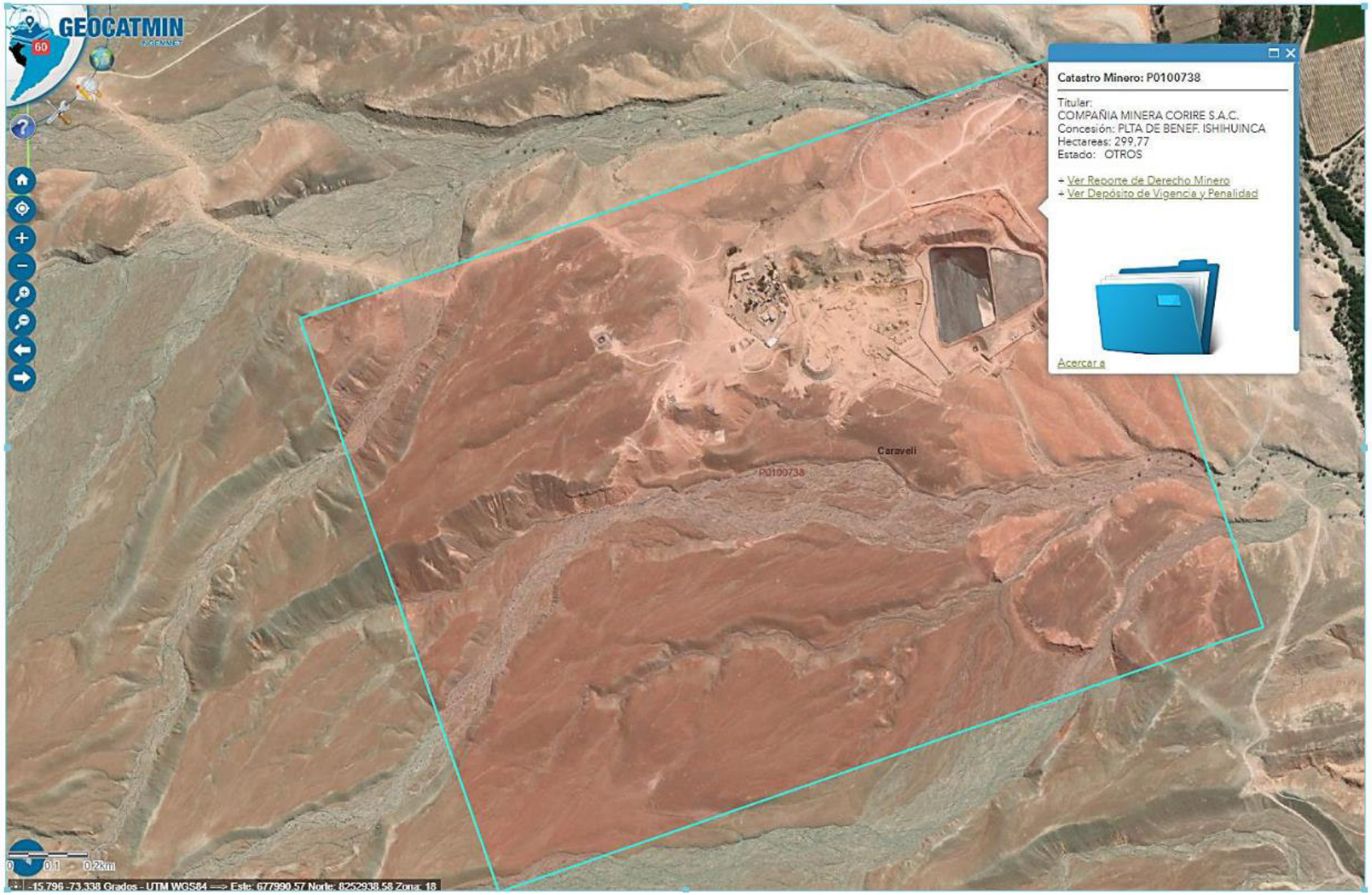
Julio Cesar Montes Ramos

.....

Gisela Durand Gómez
Compañía Minera Corire

G.M.CH

Anexo B


GEOCATMIN
Catastro Minero: P0100738
Titular:
COMPAÑIA MINERA CORIRE S.A.C.
Concesión: PLTA DE BENEF. ISHIHUINCA
Hectareas: 299,77
Estado: OTROS
Ver Reporte de Derecho Minero
Ver Depósito de Vigencia y Penalidad
Acercar a
Caraveli
P0100738
-15.796 -73.338 Grados - UTM WGS84 ==> Este: 677990.57 Norte: 8252938.58 Zona: 18